

## Gunapakai Modul NETWORK Arc/Info Untuk Analisis Jaringan

**Alias Abdul Rahman, Ghazali Desa dan Luta Ak Bull**

Jabatan Geoinformatik  
Fakulti Ukur dan Harta Tanah  
Universiti Teknologi Malaysia

### Abstrak

Kertas kerja ini menerangkan tentang gunapakai modul NETWORK Arc/Info Rev. 6.1 dalam kerja-kerja analisis data spatial yang berbentuk Jaringan. Data spatial berbentuk jaringan ialah seperti jalan raya, sungai, talian elektrik, dan laluan paip. Analisis Jaringan yang dilaksanakan dapat menghasilkan beberapa maklumat yang berguna seperti untuk menentukan laluan yang optima, menentukan zon perkhidmatan seperti bomba, dan menentukan lokasi sekolah yang sesuai untuk sesuatu kumpulan pelajar. Dalam projek ini, beberapa fungsi modul NETWORK seperti *pathfinding*, *allocation* dan *tracing* digunakan untuk analisis. Perolehan dan kemasukan data untuk tujuan pelaksanaan analisis jaringan ini dilakukan dengan kaedah pengimbasan keatas (menggunakan perisian AutoCad) peta-peta yang sedia-ada. Setiap hasil analisis dipersembahkan melalui salinan keras.

### 1.0 PENGENALAN

Perkembangan komputer dan teknologi maklumat yang pesat sejak lebih tiga dekad, telah dapat menyediakan satu sistem yang dikenali sebagai Geographic Information System (GIS). Ia merupakan satu sistem untuk memproses, menganalisa, serta memaparkan maklumat geografi dengan lebih berkesan. Kemampuan untuk menganalisis sesuatu maklumat geografi adalah diantara kekuatan utama GIS, dan diantaranya ialah fungsi analisis jaringan (network analysis). Maklumat yang berbentuk jaringan seperti jalanraya, sungai, paip utiliti, dan lain-lain sangat sesuai untuk tujuan ini. Biasanya, sistem jaringan ini digunakan untuk memodelkan butiran atau data spatial yang berbentuk linear dan mempunyai ciri-ciri pergerakan atau pengaliran dari satu tempat ke tempat yang lain, contoh-contohnya seperti jaringan jalan raya, sungai, laluan paip, bekalan tenaga elektrik dan sebagainya. Bagi analisis jaringan jalanraya, pergerakan kenderaan, faktor kos dan masa amat dititikberatkan. Pihak bomba misalnya, sudah tentu memiliki pelan atau peta yang mengandungi maklumat berkaitan dengan rangkaian jalan raya. Maklumat ini biasanya digunakan sebagai panduan semasa berlakunya kecemasan seperti kemalangan dan kebakaran. Amalan ini terdedah kepada kesilapan. Masalah ini boleh dikurangkan dengan menggunakan sistem analisis berkomputer GIS. Kertas kerja ini menerangkan gunapakai modul Network Arc/Info untuk menganalisis data spatial yang berbentuk jaringan. Objektif kajian ini dijalankan adalah untuk melihat kemampuan modul NETWORK Arc/Info dalam melaksanakan analisis jaringan dengan tumpuan keatas menentukan laluan optima, zon perkhidmatan, kapasiti dan muatan. Kajian telah dibuat di Pulau Langkawi. Bahagian dua kertas ini menerangkan tentang kawasan kajian manakala bahagian tiga (3) dan empat (4) menerangkan tentang pengutipan dan analisis data. Bahagian empat juga membentangkan perbincangan hasil kajian.

### 2.0 KAWASAN KAJIAN

Pulau Langkawi terletak di utara semenanjung Malaysia iaitu di antara 6° 15' U - 6° 29' U dan 99° 38' T - 99° 55' T, lihat Rajah 1. Pulau ini berada lebih kurang 30 km dari Kuala Perlis, 51.5 km dari Kuala Kedah dan 109 km dari Pulau Pinang. Ianya berkeluasan lebih kurang 32,180 hektar, dan terbahagi kepada enam mukim iaitu Kuah, Padang Mat Sirat, Ayer Hangat, Ulu Melaka dan Kedawang.

[illegible]

### 3.0 PENGUTIPAN DAN PEMROSESAN DATA

### 3.1 Data Spasial dan Atribut

Data atribut untuk proyek ini diperoleh dari pihak Jabatan Kerja Raya Daerah Langkawi. Walau bagaimanapun, data atribut tersebut tidak begitu lengkap dan pengambilan secara langsung telah dilakukan di lapangan, seperti data halaju untuk sesuatu jalan. Beberapa data simulasi telah dijana khas oleh penulis untuk analisis jaringan yang menggunakan fungsi *allocation of resources*. Contoh data simulasi itu ialah bilangan pelajar di sepanjang jalan dan halaju pelajar berjalan kaki. Data atribut ini disimpan didalam pengkalan data dan dikemaskinikan.

Lazimnya, data pendigitan tidak bebas daripada selisih, contohnya seperti garisan pendigitan yang tidak bersambung (*undershoot*), terlebih (*overshoot*), dan spike. Untuk menghapuskan selisih yang terjadi seperti ini, penyuntingan perlu dilakukan. Dalam kes ini, penyuntingan dilakukan dengan menggunakan perisian AutoCAD dan juga Arc/Info, modul ArcEdit. Selepas penyuntingan, topologi dibina. Topologi merupakan satu prosedur matematik yang digunakan untuk menentukan dengan jelas hubungan diantara data-data spatial yang ada di dalam sesuatu *coverage* yang dijana. Keupayaan perisian Arc/Info membina dan menyimpan

hubungan topologi ini memberi banyak kelebihan untuk kerja-kerja analisis seterusnya, seperti persempadanan (*contiguity*), persambungan (*connectivity*), penentuan laluan optima dan sebagainya.

#### 4.0 ANALISIS JARINGAN DAN HASIL

Secara amnya, jaringan merupakan satu sistem persambungan di antara butiran-butiran linear yang ada. Model data jaringan merupakan persembahan abstrak komponen-komponen serta ciri-ciri sistem jaringan dunia sebenar. Ia mengandungi beberapa elemen, seperti *network links*, *network nodes*, *stops*, *centers* dan *turns*, lihat Rajah 2.



Rajah 2 Contoh Model Jaringan (Network)

Dalam kajian ini, tidak semua elemen yang ada digunakan, hanya *links* (rangkaiatan jalan), *stops* (hospital, lapangan terbang, balai polis dan bomba) dan *centers* (sekolah dan balai bomba) telah digunakan. Diantara fungsi analisis NETWORK yang digunakan dalam kajian ini ialah *pathfinding*, *allocation*, dan *tracing*.

**Pathfinding.** Modul ini digunakan untuk menentukan laluan yang optima bagi setiap pergerakan dalam sesuatu sistem jaringan contohnya, pengangkutan. Laluan yang optima di dalam sesuatu jaringan pengangkutan boleh ditentukan berdasarkan kepada masa perjalanan ataupun panjang laluan.

**Allocation.** Digunakan untuk menentukan kawasan liputan dalam sesuatu jaringan berdasarkan kepada konsep permintaan yang terdapat dalam jaringan tersebut. Sebagai contoh, bekalan tenaga elektrik yang dihasilkan dari stesen penjanaan akan dihantar atau disalurkan kepada pengguna. Stesen penjanaan merupakan pembekal (*supplier*) manakala pengguna didalam sistem jaringan mewujudkan permintaan (*demand*) terhadap pusat (iaitu stesen penjana). Tenaga elektrik yang disalurkan dalam jaringan ini adalah bertujuan untuk memenuhi keperluan atau permintaan pengguna yang ada.

**Tracing.** Kemampuan untuk menyurih aliran (*trace flow*) menerusi sistem jaringan yang menghubungkan *arc* dan *nod* merupakan satu fungsi yang mustahak untuk kegunaan penyelenggaraan infrastruktur jaringan. *Tracing* boleh digunakan untuk mengesan pengguna yang tidak memperoleh bekalan seperti air atau elektrik kerana saluran paip rosak atau pecah dan transformer elektrik yang tidak berfungsi. Analisis jaringan *tracing* ini menggunakan konsep persambungan (*connectivity*) iaitu bagaimana *arc* dan *nod* bersambung diantara satu sama lain didalam sesuatu jaringan.

#### 4.1 Penentuan Laluan Optima (*Pathfinding*)

Dalam kajian ini, fungsi *pathfinding* digunakan untuk menentukan laluan yang optima dari sesuatu lokasi seperti kedudukan hospital, balai polis, dan bomba ke Lapangan Terbang Langkawi. Arahan *PATH* atau *TOUR* digunakan untuk tujuan penentuan laluan optima ini. Data atribut yang diperlukan diantaranya ialah halaju jalan. Kemudian, nilai "impedance" dihitung. Berikut ialah beberapa langkah ringkas yang perlu dilakukan untuk analisis ini:

Coverage yang digunakan: jaringan jalan

Data atribut: halaju jalan

Hitung nilai impedance.

Gunakan arahan berikut untuk lihat hasil analisis. Kepada pembaca, hasil analisis ini boleh dilihat dengan jelas pada monitor, tidak jelas pada salinan keras.

```
Arcplot : netcov <cover> <route_system>
Arcplot : impedance
Arcplot : path * {route_id} atau tour * {route_id}
Arcplot : routelines <cover> <route_system> {item | symbol} {lookup_table}
           {item | offset} {lookup_table}
Arcplot : directions {route_id} {street_item} {units} {print_file} {conversion_factor}
           {NO_COMPASS | COMPASS 4 | COMPASS8}
```

Rajah 3 menunjukkan hasil daripada fungsi *pathfinding*.



Rajah 3 Hasil pathfinding (laluan optima)

#### 4.2 Penentuan Peruntukan Sumber (*Allocation of Resources*)

Dalam kajian ini, *allocation* digunakan untuk menentukan jumlah kemasukkan pelajar ke dalam sebuah sekolah berdasarkan kepada jumlah tempat (*seats*) yang disediakan di sekolah dan masa perjalanan (*berjalan kaki*) yang diambil oleh pelajar yang tinggal di sepanjang jalan ke sekolah tersebut. Di samping itu, *allocation* juga digunakan untuk menentukan zon perkhidmatan (*service zone*) yang boleh dikendalikan oleh sesebuah pusat (*center*), berdasarkan masa perjalanan yang dikira dari item data atribut halaju dan panjang jalan. Berikut adalah beberapa langkah ringkas untuk untuk analisis jaringan ini:



Rajah 4 Hasil daripada fungsi *allocation of resources* (supply and demand).

Coverage: jalan dan taburan sekolah.

Data attribut: masa perjalanan dan jarak tempat tinggal ke sekolah, bilangan pelajar

Hitung nilai impedance.

Gunakan arahan berikut untuk lihat hasil analisis. Kepada pembaca, hasil analisis ini boleh dilihat dengan jelas pada monitor, tidak jelas pada salinan keras.

```
Arcplot : netcov <cover> <route_system>
```

```
Arcplot : impedance
```

```
Arcplot : demand
```

```
Arcplot : allocate {out | in} <*> {maximum_impedance} {supply}
```

```
Arcplot : routelines <cover> <route_system> {item | symbol} {lookup_table}  
{item | offset} {lookup_table}
```

```
Arcplot : directions {route_id} {street_item} {units} {print_file} {conversion_factor}  
{NO_COMPASS | COMPASS4 | COMPASS8}
```

#### 4.3 Jejakan (*Tracing*)

Kemampuan untuk menjejak aliran (*trace flow*) menerusi jaringan merupakan satu fungsi yang amat berguna terutama untuk kerja penyelenggaraan rangkaian infrastruktur/utiliti. Sebagai contoh, *tracing* boleh digunakan untuk menjejak pengguna yang tidak memperolehi bekalan air atau elektrik kerana kerosakan paip atau kerosakan *transformer*. *Tracing* menggunakan konsep persambungan (*connectivity*), iaitu bagaimana *arc* dan node bersambung di antara satu sama lain. Dalam kajian ini, hanya tiga komponen *tracing* digunakan, iaitu *trace downstream*, *trace upstream* dan *trace both*. Untuk tujuan ini, coverage jaringan sungai Langkawi digunakan. Berikut ialah beberapa langkah ringkas untuk melakukan analisis jejak:

##### •*Trace Downstream*

```
Arcplot : usage trace
usage : TRACE DIRECTION <cover> {outflow_direction_file}
      {inflow_direction_file} { * | selection_file }
usage : TRACE <BOTH | UPSTREAM | DOWNSTREAM> <cover>
      <out_selection_file>
      <ITEM flow_direction_item | FILE flow_direction_file>
      < * | selection_file }
Arcplot : trace downstream river down_trace
Arcplot : readselect down_trace
Arcplot : arclines river 2
Arcplot : statistics <cover> <feature_class> {case_item} {out_info_file}
      : statistics <info_file> INFO {case_item} {out_info_file}
```

##### •*Trace Upstream*

```
Arcplot : trace upstream river up_trace
Arcplot : readselect up_trace
Arcplot : arclines river 5
Arcplot : statistics river line
statistics : sum length
```

##### •*Trace Both*

```
Arcplot : trace both river both_trace
Arcplot : readselect both_trace
Arcplot : clear
Arcplot : mapextent arcs river
Arcplot : arclines river 2
```

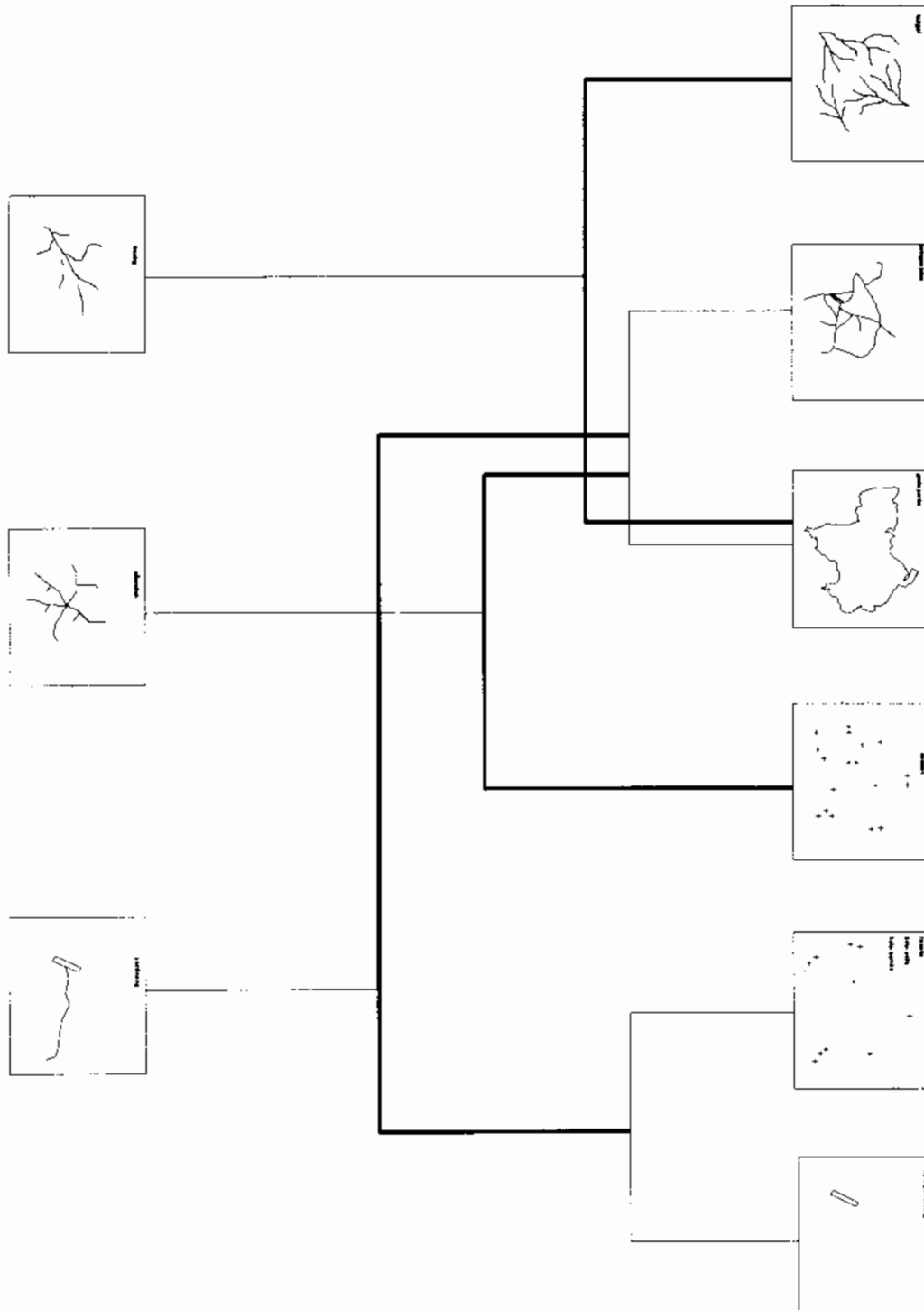
Alias Abdul Rahman, Ghazali Desa, dan Luta Ak Buli



**Rajah 5** Hasil fungsi jejakan (tracing)

Hasil daripada ketiga-tiga arahan *trace* ini boleh dilihat dengan jelas secara 'real time' diatas skrin komputer.

Gunapakai Modul NETWORK Arc/Info untuk Analisis Jaringan



Rajah 6 Operasi pathfinding, allocation, dan tracing.



Rajah 6 diatas menunjukkan ringkasan prosidur analisis jaringan secara carta alir. Hasil analisis yang telah dilakukan dapat dilihat dengan berkesan pada skrin komputer.

## 5.0 KESIMPULAN

Daripada kajian ini, didapati bahawa modul NETWORK sesuai digunakan untuk kerja-kerja analisis jaringan, seperti untuk menentukan laluan optima, zon perkhidmatan, kapasiti atau muatan, dan sebagainya. Ia mampu untuk memberikan beberapa maklumat yang lebih tepat, cepat dan berkesan berbanding dengan kaedah konvensional, seperti menggunakan bantuan peta atau pelan. Agensi, badan-badan yang bertanggung jawab, dan juga syarikat-syarikat yang terbabit didalam menyediakan maklumat seperti ini adalah disarankan supaya menggunakan sistem analisis GIS seperti ini.

Berikut ialah diantara perkara yang boleh dilakukan untuk memperbaiki hasil kajian:

- Untuk penentuan laluan optima, data tambahan seperti kedudukan lampu isyarat, kesesakan lalulintas, kerja-kerja pembaikan jalan, halaju jalan berdasarkan kecerunan rupabumi dan masa yang diambil oleh sesebuah kenderaan ketika mengambil selekoh (turn) boleh membantu dan menjadikan hasil analisis lebih tepat.
- Menggunakan data jaringan jalan yang lebih padat seperti di bandar-bandar besar. Keperluan kepada maklumat jaringan seperti ini amat diperlukan dan lebih kritikal berbanding dengan kepadatan jalan di Pulau Langkawi.

## Penghargaan

Penulis ingin merakamkan terima kasih kepada Unit Penyelidikan dan Pembangunan (UPP), UTM diatas geran penyelidikan yang diberikan, pihak Jabatan Kerja Raya (JKR) Daerah Langkawi, dan pihak Langkawi Development Authority (LADA) kerana telah membekalkan beberapa data yang diperlukan dalam menjayakan projek ini.

Alias Abdul Rahman ialah pensyarah di Panel GIS dan Kartografi, Fakulti Ukur dan Harta Tanah, UTM. Beliau memperoleh B.Sc. pada tahun 1987 dari NELP, U.K, Post Grad. Dip. dan M.Sc. pada tahun 1990 dan 1992 dari ITC, The Netherlands. Bidang tumpuan penyelidikan ialah DTM dan GIS.